

10kV配电变压器的节能技术分析

黎斌

广西南宝特电气制造有限公司

摘要: 10kV配电变压器运行过程中,存在较大规模的能源损耗问题,此类问题对配电系统的运行效率、节能效果造成了严重影响。当前的部分10kV配电线路中的能源浪费问题相对严重,既不符合我国节能降耗的可持续发展战略需求,也在一定程度上影响配电系统运行的稳定性和供电质量。因而对10kV配电变压器的应用现状做出分析,明确10kV配电变压器运行中电能损耗的根本原因,并制定相应的解决策略,通过采用正确节能技术,提高10kV配电变压器运行的节能效果。

关键词: 10kV配电变压器; 节能技术; 电能损耗

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.14.065

近年来,随着我国经济建设持续加快,人们的生活水平得到持续提升。在信息化时代,人们在日常生活及生产中对电量的需求大大提升。此时,扩大和优化配电网,完善和提升配电线路的供电效果,是满足国民用电需求的必要举措。在配电系统运行中,电能损耗是一个无法避免的问题,随着我国科学技术的发展与节能降耗理念的不断深化,如何降低配电线路的电能损耗,提高电力能源利用率,已经成了我国电网建设工作中的重点问题。基于此,分析10kV配电变压器的节能降耗措施,提高其节能效果,优化电能资源利用率是极有必要的。

一、10kV配电变压器应用现状

当前,10kV配电变压器在我国电网建设工程中的应用较为广泛,但应用的时间及发展时间相对较短,在电网建设的应用中存在节能效果不理想、不满足降碳减排发展需求的问题。随着时代的发展与电力行业的进步,10kV配电变压器也经历了几代技术、工艺革新,但仍有部分网络中的配电变压器节能效果差强人意。例如,在我国10kV配电网中,部分配电变压器的自身负荷较低,在实际运行时,负载利用率仅有10%左右,但负荷较大的配电变压器在运行时,实际负载利用率可达到70%以上,由此可见,在10kV配电网中,配电变压器的负荷状况极其不稳定,而这种不稳定,可能会导致变压器运行时存在空载问题,从而会引起大量的电能浪费,这类不稳定的运行状态,不仅会提高变压器运行时的能耗量,还会影响电力系统运行的稳定性,或会给企业造成严重的经济损失^[1]。此外,10kV配电变压器是一种具有高精密性特征的设备,生产时需要使用大量的材料,且配电变压器内部结构也相对复杂,而材料选用与结构设计、生产工艺,也直接影响着变压器的节能效

果。如今,部分10kV配电变压器的生产质量不达标、技术落后等问题十分严峻。许多生产厂家在生产配电变压器时,依然采用传统的生产工艺、生产设备或生产材料,导致变电器内各零部件及构造的精密密度不足,这类配电变压器在节能方面存在先天性缺陷,无法满足现代社会的节能需求。所以,在新时代下,相关工作人员必须积极探索可用于优化10kV配电变压器能耗问题的节能技术。

二、10kV配电变压器中的能源损耗类型与成因

(一) 10kV配电变压器的能源损耗类型

10kV配电变压器通过电磁感应输送电能,在运行过程中,电能损耗的高低会直接影响电力成本及配电系统的运行安全性。10kV配电变压器运行中的能源损耗,可以分为有功损耗与无功损耗两种。有功损耗是配电变压器在运行过程中,有功功率产生的损耗,包括铁损、铜损两种。铁损多表现在电阻、磁滞、涡流这三大方面,铜损则多为线圈电阻问题。另外,有功损耗往往伴随着变电器发热现象。配电变压器中的无功损耗是变压器变压及能量传递过程中产生的。详细来说,无功损耗又可分为因配电变压器稳定状态引起的励磁电流无功损耗,以及由配电变压器负载引起的绕组阻抗与电流无功损耗两种。

(二) 10kV配电变压器中常见的电能损耗成因

1. 配电变压器无法自动调节

10kV配电变压器在运行过程中,受多方因素影响,其负载状况并不稳定,处于长期波动状态。而变压器的负载变化必然会导致一定程度上的电能损耗,若10kV配电变压器自身不具备自动化负载调节功能,这种电能损耗便无法得到控制,长此以往,还会影响变压器的运行稳定性^[2]。

2. 无功补偿容量不足

通常情况下,10kV配电变压器所处的配电网中,会搭载多种感应型电气设备。这类电气设备的运行需要无功功率的支撑,要保障系统内电磁始终处于平衡状态。如果配电系统的无功补偿容量不足,必然会导致变压器在运行过程中生成大量不必要的能耗。因此,无功补偿容量是影响配电变压器节能效果的重要因素之一。

3. 变压器负荷分配不合理

配电变压器运行负荷与其能耗量之间有着密切联系,可以说,配电变压器的负荷分配不合理,是导致配电变压器能耗过大的根本原因之一。随着科学技术的发

展,我国在电网建设领域的进展极快,配电变压器在运行过程中的用电负荷量显著提升,但部分电网建设时,关于配电器的负载计算、负载分配等工作,依然沿用传统、老旧的计算方式与设计思路,配电变压器负载方案设计不科学、不合理,或会导致变电器在运行过程中负荷过大,极有可能会影响变电器的使用寿命,也会大幅度提高变电器运行中产生的能源消耗。

4. 三相供电负荷不平衡

配电变压器处于空载状态运行时,其内部的电容损耗是一种恒量,但其负荷损耗值会随着内部负荷大小的变化而变化,且负荷损耗与负荷电流成正比。通常,配电变压器运行中,处于三相负荷平衡状态时,变压器的能量损耗可达到最低值。若三相供电负荷不平衡,内部的负荷损耗值为三只单相变压器的负荷损耗总和,可以说,三相负荷不平衡时,配电器的电能损耗是正常运行状态下的三倍。而这类损耗问题不仅会影响配电变压器的节能效果,还会直接反馈到高压线路中,致使高压线路的电能损耗大幅度上涨,这种因三相负荷不平衡致使的高压线路电能损耗增加,可达原数据的10%左右^[3]。

三、10kV配电变压器的节能技术应用

(一) 配置自动调压装置

想要充分发挥出节能技术在10kV配电变压器中的应用效果,需合理设置自动调压装置。实际上,在10kV配电变压器运行过程中,其负载能力与节能效果之间有密切联系。以500kVA容量的变压器为例,额定负载损耗5.23/kW,负载率为0%时,该数据为0.4,负载率达到40%时,该数据会增至0.76,当负载率达到80%时,则会增长至1.84。分析数据可得知,当配电变压器的负载超出额定值的5%,铁损便会相应提升15%左右,若负载超出额定10%,其能量损耗便会直接飙升至150%。因此,若想使10kV配电变压器发挥出其节能作用,必须要分析配电系统的负载能力,并借助自动化负载调控系统配置自动调压装置,确保其具备负载自动调控功能,能在保持额定电压的基础上,实现节能目的。在10kV配电变压器中设置自动调压装置,能够确保配电系统稳定运行,自动调压装置可将配电系统内的电压波动控制在20%之内。除此以外,自动调压装置还可以根据配电系统的负载情况,针对性调节各分接头,确保出线电压能始终处在相对稳定的区间内。但目前,自动调压技术在长距离输电的配电网络中的作用效果不明显,很难维持稳定的电压,还可能会导致远近线路间的电压差距过大,影响配电系统的供电效果。此时,在配电网络中加设无功补偿系统,便可解决上述问题^[4]。

(二) 无功补偿系统

无功补偿系统可与自动调压装置结合应用,提高系

统的稳定性,保障供电质量。在10kV配电变压器的节能技术中,无功补偿系统可有效提高配电变压器的负载功率。目前,我国配电系统中会设置多种感应类电气设备,这些设备在运行过程中需要无功功率方能保障配电系统内电磁平衡。而在配电系统正常运行时,系统内的无功容量降低会导致配电变压器损耗提升。此时采取无功补偿系统,便可以保障配电系统内的无功平衡,从而有效控制配电系统运行过程中的电能损耗。常见的无功补偿装置有svc、svg等,可减少电网中的电流,继而降低10kV配电变压器的能量损耗,达到节能目的。此时,工作人员需要注意,自动调压装置与无功补偿系统的结合应用,需要考虑到10kV配电变压器运行过程中的电压限值,在允许的电压范围内,才能够使二者的结合发挥出最大作用。在设计无功补偿系统、加设无功补偿装置时,工作人员必须合理计算无功补偿容量,记录无功负荷绝对值,确定目前配电系统中的有效补偿容量及最佳补偿容量,这要求工作人员基于目前的配电系统,优化无功补偿容量的计算方法,提高计算结果的准确性与可靠性。无功补偿装置可以维护系统的电磁平衡,但工作人员必须选择适宜的位置安装无功补偿装置,才能真正使其发挥出自身作用。在安装无功补偿装置时,工作人员可根据目前线路的负荷情况,将无功补偿装置安装在线路负荷的2/3处,可有效提高线路的运行功率,能够达到最佳无功补偿效果,并降低配电变压器的电能损耗。无功补偿装置安装完毕后,还要求工作人员基于该配电系统的运行情况 & 整体结构,优化线路整体设计,从多个层面多个角度入手,保证无功补偿系统可以发挥出控制电能损耗的作用,才能达到预期的节能目标。

(三) 负载优化设计

优化负载设计,指在配电系统内优化各个变压器间的负载方案,这是10kV配电变压器节能设计的重点项目。国内配电网中10kV配电变压器设计时,通常采用多台变压器联合模式,这种设计与装配思路可以进一步提高其供电容量,还能够保障配电系统的稳定运行。但这种多变压器联合作用模式,会导致配电系统运行过程中存在大量不必要的能源损耗。此时,变压器有功功率损耗是所有并列运行变压器的损耗总和。多变压器并列运行时,在变压器运行方式及其电力负荷保持不变的情况下,变压器间荷载分配方式不同,各个变压器有功功率的损耗自然也会不同。此时,合理协调并分配变压器的总负荷,确保各个变压器均处于最佳运行状态与最小能耗模式,便可有效降低10kV配电变压器组的总能量损耗。为进一步提高10kV配电变压器的节能作用,可根据配电系统的节能需求,合理优化减压器之间的负载方案,降低变压器组运行时的电能损耗^[5]。例如,在

设计并列式配电变压器组时，可先计算两台变压器单独运行时产生的能量损耗，随后再基于并列变压器组，计算二者的综合损耗，对比两个数据，并建立数学模型，分析单独损耗与综合损耗之间的关系。随后，再基于配电系统的节能需求，制定经济、可行，具有节能效果的负载方案，以此提高并列式配电变压器组的节能效果。具体来说，变压器的负载优化，可以通过协调各配电器间负载分配方式来完成。例如，在某电网系统中配置了S11、S12等高效能的配电变压器，并使用了大量的节能式变压器降低配电系统的能量损耗，在优化变压器负载方案时，可以通过调整机组内变压器数量、变压器容量等参数，提高配电变压器的运行功率后，便可达到在同等条件下降低能耗的目的。

（四）平衡三相负荷

在10kV配电变压器运行过程中，若变压器的三相负荷不平衡，便会导致其三相电压差过高，继而出现负序电压。此时，变压器内的电压值稳定度极差，也会影响配电系统的运行质量。变压器内局部电流或瞬时电流过大时，便会增加铜损，而三相负载不平衡又会形成磁漏，磁漏便会影响到配电系统内搭载的其他电气设备的运行情况，并在有功损耗下产生热能，增加系统的能量损耗。10kV配电变压器三相负荷平衡时，其运行效果最佳、电能损耗最小。若三相负荷不平衡，且到达不平衡的巅峰状态时，变压器运行过程中产生的能耗可达到正常运行状态下的三倍能耗。因此，为突出10kV配电变压器中节能技术的作用，必须要重视不同配电器的负荷情况，以科学、合理的思路设置配电器的线路排布方案，确保设备运行过程中三相负荷始终处于平衡状态。同时，10kV配电变压器安置于三相负荷的中心位置，可最大限度提高三相负荷的平衡设计效果。10kV配电变压器运行后期，需由专业人员维护。此时，工作人员可以通过信息化网络化监控系统，监测电路系统的实时运行状况，监控系统在发现局部三相负荷不平衡时，会立即发出预警信息提醒前端工作人员。此时，工作人员必须高度重视三相负荷不平衡的问题，及时查找原因，并制定相应的处理对策或解决方案，及时调整负荷，确保三相负荷可第一时间恢复平衡。10kV配电系统中存在大容量电气设备时，也极易引起三相负荷不平衡问题。工作人员可以在系统内增设特殊变压器设备，并配置无功补偿装置，提高配电系统的运行功率，便能够在保障系统运行稳定性的基础上，有效控制配电系统的能耗。

四、提高10kV配电变压器节能效果的策略

首先，工作人员必须优化电网设计。分析目前电网的运行特征，并合理规划降耗设备的安装及搭配方案。想要提高10kV配电变压器的节能效果，不能仅依靠针对

变压器的节能技术，还要从优化电网配置入手，完善电网内降耗设备的搭配方案，确保配电系统内各降耗设备都能发挥出其最大作用，在多个降耗设备的协调作用下，便可提高配电系统的运行稳定性，也能最大程度保障10kV配电变压器可始终处于稳定运行、稳定节能的状态下。

其次，目前10kV配电变压器在我国配电系统中的应用已十分广泛，但其节能效果依然有待加强。究其根本，是10kV配电变压器的制作材料与制作工艺相对落后。因此，从根本上提高10kV配电变压器的性能，积极引进先进的材料与制作工艺，能够有效提高10kV配电变压器的先天节能效果，达到最佳节能目的。制作时，应分析原有10kV配电变压器制作材料的缺陷，提高材料的抗腐蚀性能，并解决过往材料电阻大的弊端。如无氧铜材质可以降低10kV配电变压器中的线圈内阻，且使用无氧铜材料制作变压器的工艺相对简单，制作成本较低。另外，还有一种非晶体合金材料，可以充当10kV配电变压器的内部磁体。通过这种合金材料制作的铁芯，可以降低配电变压器运行过程中的电磁损耗，不仅可以达到节能目的，还能提高配电系统的运行稳定性与经济性。

结束语

实际上，10kV配电变压器在运行时必然会产生一定程度的能源损耗，在节能降耗理念下，工作人员必须认真分析配电变压器的能源损耗成因，并制定针对有效的策略，正确使用节能技术，降低变压器的能耗量，进一步提高电能的实际利用率。在10kV配电变压器的节能设计中，工作人员应配置自动调压装置，并根据配电系统的运行状态，增设无功补偿装置，完善无功补偿系统。随后，合理优化各变压器及并列式变压器组的负载方案，控制配电变压器的电能损耗，最后，采取科学、有效的措施，平衡配电变压器的三相负荷，方可达到最佳节能效果。

参考文献

- [1] 付佳伟. 10kV配电变压器的电能损耗及节能降耗措施[J]. 化学工程与装备, 2022, (08): 241-242+237.
- [2] 张鹏. 测试10kV配电变压器节能降耗技术措施研究[J]. 电子测试, 2019, (17): 112-113.
- [3] 秦天龙, 高翔, 魏艳敏. 10kV配电变压器的节能技术措施研究[J]. 电子测试, 2018, (24): 85-86+48.
- [4] 庞得奇. 10kV配电设计中的节能措施[J]. 电子测试, 2018, (18): 109+111.
- [5] 曹慧. 10kV配电变压器的节能技术措施探究[J]. 电子制作, 2018, (17): 77-78.